

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE VARIEDADES DE TOMATE PARA INDUSTRIA MEDIANTE ANALISIS ESTADISTICOS NO PARAMETRICOS.

L. Rodríguez Sinobas
M. Ruiz Altisent
J. Gil Sierra
Dep. Mecanización Agraria.
E.T.S.I.A. U. Politécnica de Madrid.

Abstract

The observed dates from skin strength tests - carried out with industry tomatoes varieties have been analyzed from the statistical of view for grading the varieties through its strength.

Resumen

Se exponen los ensayos de resistencia y dureza - llevados a cabo con las distintas variedades ensayadas a lo largo de los tres últimos años, así como la técnica empleada en su análisis. Los datos observados se sometieron a un completo estudio estadístico no paramétrico que resulta idóneo, dentro del objetivo clasificar a las variedades según su resistencia a la compresión y a la punción.

1. Ensayos.

1.1. Resistencia de los tomates. Resistencia a la punción y dureza.

La resistencia de la piel se determina por punción por medio de una aguja cilíndrica de acero de base plana y de 0,5 mm de diámetro.

La dureza del fruto se determina de forma indirecta midiendo la relación "fuerza de punción/deformación - en el punto de punción" (en N/mm) que se demostró (Ruiz Altisent et al, 1979) estaba muy relacionada con la dureza.

Se llevaron a cabo ensayos de resistencia mecánica de las variedades de tomate para industria cultivadas en la Escuela de Capacitación Agraria de Don Benito (Badajoz).

Los tomates fueron recogidos en las parcelas de ensayo de la Escuela en un número de 15 por variedad, trasladándose inmediatamente a Madrid, colocadas en cajas especiales (recubiertas con goma-espuma) para evitar posibles daños.

Los ensayos se efectuaron dentro de las 24 h posteriores a su recolección en el laboratorio de Propiedades Físicas del Departamento de Mecanización Agraria de la E.T.S.I.A. de Madrid.

La máquina universal de ensayos INSTRON modelo - 1122, fue utilizada para la realización de los ensayos, con ella se puede registrar la fuerza y deformación de cualquier

cuerpo sometido a una carga. la velocidad de la célula de - carga de la máquina fue de 10 mm/min la velocidad del papel 10:1 (100 mm/min) y el fondo de escala de fuerza 10 N.

El registrador de la máquina de ensayos deja dibujada la gráfica Fuerza-Deformación (ver fig. 1) que muestra la deformación ocurrida en la piel y pulpa del tomate al -- tratar de introducir la aguja, así como, la fuerza ejercida hasta ocasionar la rotura de la piel y penetrar en el interior de la pulpa.

1.2. Descripción de los ensayos.

Se ensayaron 5 frutos por variedad a lo largo del día siguiente de haberlos recogido y otros 5 entre 1 y 2 -- días más tarde. A cada fruto se le producían 5 punciones -- distribuidas sobre su zona ecuatorial. En los segundos 5 -- frutos, muchas variedades mostraron, según percepción visual, un comportamiento muy similar a los primeros; otras -- parecieron ofrecer resistencia a la punción mucho menor y -- el comportamiento era claramente diferente debido al intervalo de tiempo transcurrido.

Los análisis se realizaron tomando en consideración solo los datos de los primeros 5 frutos ensayados de -- cada variedad.

El número de variedades ensayadas en 1983 fue de 18 y el nº de dets. de fuerza de punción dureza fue de 450 en 1984 y 1985 tuvimos 23 variedades con 575 dets.

1.3. Análisis de resultados.

Con los valores de fuerza de punción y dureza obtenidos con cada variedad se comenzó por buscar "outliers" o puntos con valores fuera de la gama, para ello se aplicó el test de Grubbs para determinar si dentro de los 5 valores de fuerza de punción y de dureza de cada tomate había algún valor que difiriera claramente de los otros 4 de modo que, desde el punto de vista estadístico, se pudiese -- considerar no perteneciente a la gama de valores de ese -- fruto. El resultado fue:

<u>Campaña</u>	<u>nº valores observados</u>		<u>outliers</u>			
	<u>Fuerza</u>	<u>punción</u>	<u>Dureza</u>	<u>Fuerza</u>	<u>punción</u>	<u>Dureza</u>
1983	450	450	1			2
1984	575	575	2			3
1985	575	575	1			4

Puede observarse que los "outliers" aparecieron en un número mínimo; fueron desechados y se continuó los -- análisis con el resto.

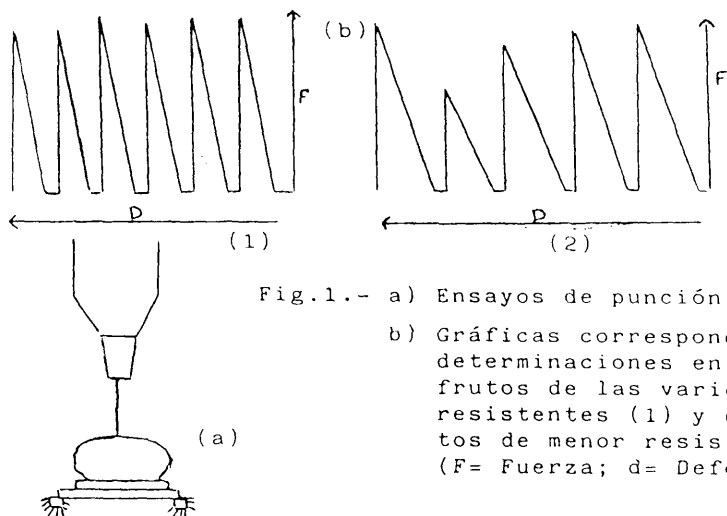


Fig.1.- a) Ensayos de punción.

b) Gráficas correspondientes a determinaciones en uno de los frutos de las variedades más resistentes (1) y de los frutos de menor resistencia (2). (F= Fuerza; d= Deformación).

Los primeros pasos del estudio estadístico se en-
caminaron a conocer si la distribución del valor de la fuer-
za de punción y de la dureza de cada variedad seguía una
misma ley de distribución y en caso afirmativo comprobar si
la misma seguía una Normal para ello se llevó a cabo el --
tests de Kruskal y Wallis (Dagnelie, 1984) con los 25 valo-
res de fuerza de punción y los 25 valores de dureza de cada
variedad; el resultado obtenido mostró la no existencia de
una sola ley de distribución en cada variedad de tomates y
que los 5 valores de cada tomate siguen su propia ley de --
distribución.

Al no poseer todos los valores de una variedad de
tomate una sola distribución; ortodoxamente no se debe apli-
car el análisis de varianza.

Comprobado que la ley de distribución es distinta
para cada tomate de la misma variedad, el siguiente paso --
realizado fue analizar si todas las distribuciones obteni-
das en cada tomate, aunque distintas entre sí eran distri-
buciones normales (test: de Komogorov-Smirnov, Dagnelie,
1984); este test de normalidad dió como resultado que puede
considerarse una distribución normal la fuerza de punción y
dureza a lo largo de los puntos ecuatoriales de cada fruto-
aunque de unos frutos a otros difieran en la media y la va-
rianza (fig. 2)

Como de cada distribución normal solo conocemos 5
valores, sólo puede predecirse con cierta probabilidad de a
cierto en que intervalo se haya comprendido el valor medio.

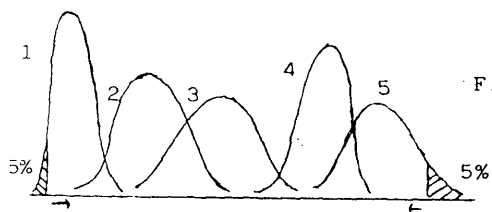


Fig. 2.- Distribuciones normales seguidas por cada uno de los 5 frutos de cada variedad.

Se ha calculado con una probabilidad del 95% a partir de que valor se encuentran el 95% de valores de fuerza de punción y dureza de todos los posibles puntos de la zona ecuatorial de cada fruto. El intervalo en el que puede estar el valor de la fuerza de punción y dureza de cualquier punto de los frutos de una variedad se ha considerado el comprendido entre el extremo inferior de menor valor entre los frutos de esa variedad y el extremo superior de mayor valor entre los frutos de la misma (fig. 3).

Las variedades ensayadas en cada campaña se han ordenado de menor a mayor según el valor medio de los valores obtenidos de la fuerza de punción y dureza para cada una de ellas (cuadros nº 1, 2 y 3).

Este dato (valor medio) es meramente orientativo, siendo más importante la gama de valores que puede tener cualquier observación de la fuerza de punción y dureza de un fruto cualquiera.

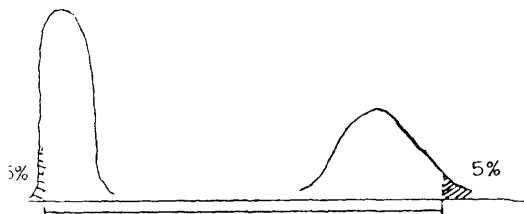


Fig. 3.- Intervalo en donde se encuentra comprendido el valor de la fuerza de punción y dureza de los frutos de una variedad.

2. Conclusiones.

Dado el pequeño número de observaciones que hubo que eliminar por considerarlas fuera de la gama, se supone que la técnica de ensayo es correcta y no conduce a errores apreciables.

Se van a detallar las conclusiones primero por campaña y luego por separado aquellas variedades que fueron repetidas a lo largo de dos años y aquellas que lo fueron los tres.

2.1. Campaña de 1983.

Fueron ensayadas 18 variedades y según puede apreciarse en el cuadro nº 1 (a) respecto al ensayo de resistencia a la fuerza de punción existen dos variedades (Royal -- Chico, Paceseter 694) cuyo valor medio es netamente inferior a las restantes. Un amplio grupo de variedades presenta pequeñas diferencias en su valor medio de fuerza de punción -- hasta llegar a las variedades más resistentes (GS-12, Paceseter 882, Paceseter 600 y Tivoli). Todos los intervalos -- de la gama de resistencia a la punción se encuentran solapados en mayor o menor medida no pudiéndose discernir la existencia de una variedad en la que todos sus valores sean más resistentes que todos los de otra variedad distinta, -- dentro de las ensayadas.

Con respecto al ensayo de dureza (ver cuadro nº 1 (b) cabe destacar: 1º) La variedad Paceseter 694 presenta un valor medio claramente inferior al resto y Tivoli una dureza claramente superior no pudiendo aseverarse nada concluyente acerca del resto de variedades en las que se observa una variación gradual de su valor medio. 2º) La gama de valores de sus intervalos se encuentran solapados en mayor o menor medida excepto la variedad Tivoli con respecto a las variedades Slumac y GS-31.

2.2. Campaña de 1984.

Se ensayaron 23 variedades de tomate para industria. Respecto a los ensayos relativos a la resistencia de la fuerza de punción cabe destacar (ver cuadro nº 2 (a):

- Una variación paulatina de su valor medio excepto las 4 variedades más resistentes Euromech, Paceseter 882, Tivoli y Petogro, cuyo valor medio se encuentra claramente por encima del resto.

- La variedad Tivoli presenta su intervalo completamente no solapado de las variedades Paceseter 694, GS-31 y Yuma.

Respecto de los ensayos de dureza destacamos (ver cuadro nº 2 (b) 1º) Las variedades GS-31 y Paceseter 694 presentan un valor medio netamente diferenciado de las demás, con los valores más bajos de todas ellas. 2º) Existencia de un grupo ascendente de 13 variedades con una media gradual. 3º) Sé de un grupo de 8 variedades (las más resistentes del ensayo) que presentan un valor de su media más o menos uniforme. 4º) La variedad Paceseter 694 presenta todo su intervalo de valores no solapado con las variedades Tivoli, Petogro, GS-27 y VF 203, el resto de las variedades presentan solapado en mayor o menor proporción.

2.3. Campaña 1985.

Se ensayaron un número de 23 variedades. Respecto a los ensayos de resistencia a la punción cabe decir -- (ver cuadro nº 3(a): 1º) Dos variedades Lerico y Yuma pre

sentan un valor medio netamente comprendido por debajo de las restantes siendo las menos resistentes de todas. 2º)- Un grupo integrado por 12 variedades presenta un valor medio más o menos homogéneo, a el le siguen otro grupo compuesto por las 9 variedades más resistentes con su media más o menos uniforme. 3º) Todos los intervalos se encuentran solapados en mayor o menor proporción.

Respecto a los ensayos de dureza (ver cuadro nº 3(b) cabe observar: 1º) Las 5 variedades primeras con sucesión continua de su valor medio constituyen un primer grupo de variedades menos resistentes, a este grupo le sigue otro compuesto por 12 variedades con valor medio uniforme, el resto quedaría integrado en un tercer grupo, que constituyen las variedades más resistentes. 2º) La variedad VF-3202 presenta su intervalo no solapado con las variedades Apex 1000, Apex 2000, Peto 98 y H-1350; el resto de intervalos de las otras variedades se encuentran solapadas en una mayor o menor proporción.

2.4. Variedades comunes ensayadas en las campañas de 1984 y 1985.

Se ensayaron un total de 15 variedades comunes. Se observa: 1º) La fuerza de punción de Petogro y Tívoli es superior al resto. 2º) La fuerza de punción de Rio -- Grande, GS-27, Peto 96, VF 3202 y Nemapeel está situada en una zona media. 3º) La fuerza de punción de Yuma es inferior al resto. 4º) La dureza de las variedades: Rio -- Grande, Tívoli, Petogro y GS-27 está situada en una zona media alta en tanto que la de las variedades Peto 96, Nemapeel y Yuma es más baja.

En la próxima campaña convendría volver a estudiar alguna de estas variedades y otras como Petogro, Red Stone y Apex 2000 que han dado valores muy altos de fuerza de punción y dureza en los ensayos.

En la campaña de 1985 la variabilidad dentro de cada variedad ha sido mayor que en 1984, siendo interesante poder estudiar si en otras propiedades: producción, riqueza industrial etc. también presentan más variabilidad.

2.5. Variedades comunes ensayadas en las campañas 1983 1984 y 1985.

Las variedades Tívoli y GS-27 fueron ensayadas los tres años. Observamos:

- En los ensayos de resistencia a la fuerza de punción, el intervalo de la variedad Tívoli ha sido variable a lo largo de los 3 años, manifestándose menos variable el valor del extremo superior y fluctuando en mayor medida el extremo inferior; su media ha variado ligeramente en la campaña de 1985, siendo en los restantes años prácticamente igual.

La variedad GS-27 presenta unos intervalos a lo largo

de las 3 campañas muy homogéneos y su media se muestra variable sólo en la última campaña.

La variedad Tívoli en las tres campañas se muestra más resistente que la GS-27.

Respecto a los ensayos de dureza destacamos:

1º) Tívoli presenta un intervalo con su extremo inferior prácticamente inalterable a lo largo de las tres campañas mostrando cierta variabilidad su extremo superior, el valor medio es muy homogéneo a lo largo de los ensayos. 2º) GS-27 muestra un intervalo fluctuante en ambos extremos - a lo largo de los tres años ensayados, su valor medio se muestra bastante variable. 3º) Tívoli presenta una mayor dureza que GS-27 a lo largo de los tres años (ver cuadro n° 4).

El hecho de que la posición relativa entre las dos variedades testigo se mantenga constante (la variedad Tívoli siempre es más resistente a la GS-27) nos da la -- fiabilidad para considerar las diferencias de resis-- cencias encontradas entre las variedades ensayadas solo un -- año, como representativas de su comportamiento en cual-- quier otra campaña.

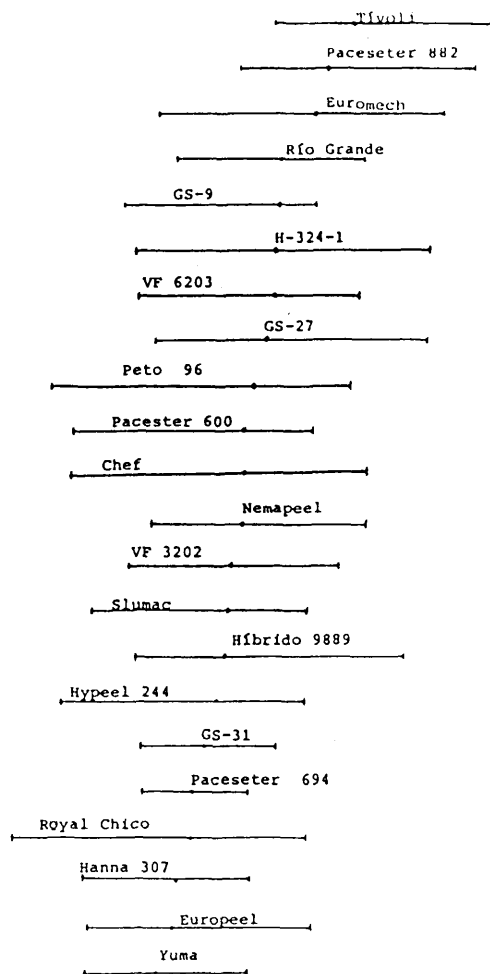
Esta técnica de ensayo se ha mostrado lo sufi-- cientemente fiable como para establecer un método rápido de clasificación de variedades de tomate según su resis-- tencia mecánica. Otras técnicas de ensayos usadas en estu-- dios similares (Ruiz Altisent, 1977) resultaban más proli-- jas y lentas, sin que ello añadiera información a los re-- sultados aquí obtenidos por la técnica aquí empleada.

Tivoli
Paceseter 600
Paceseter 882
GS-12
GS-27
GS-31
Peto 86
Earlypeel
Petopide
Euomech
Peto 96
Híbrido 9889
Petogro II
Hypeel 244
Europeel
Slumac
Paceseter 694
Royal Chico

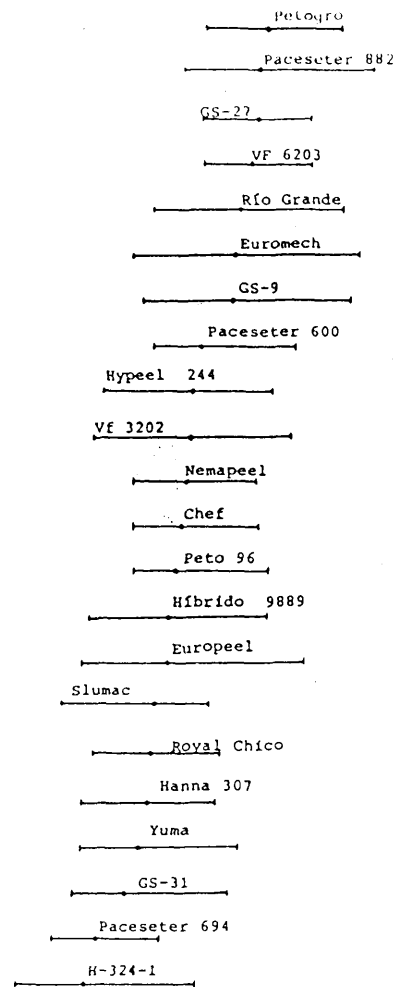
Cuadro n° 1 - (a) Ensayos de resistencia a la punción
del año 1.983.

Tivoli
Paceseter 882
Peto 86
Euomech
GS-12
Earlypeel
Europeel
Petogro II
GS-27
Petopide
Peto 94
Hypeel 244
GS-31
Híbrido 9889
Paceseter 600
Slumac
Royal Chico
Paceseter 694

Cuadro n° 1. (b) Ensayos de dureza del año 1.983.



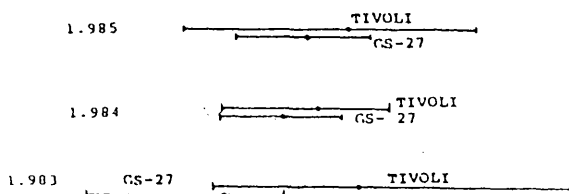
Cuadro n°2 (a).- Ensayos de resistencia a la punción 1.984.



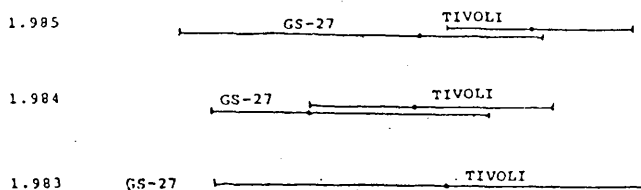
Cuadro n°2 (b).- Ensayos de resistencia a la punción 1.984.

Red Stone
Hunter
Peto 98
Tivoli
Earlypeel 1488
Apex 2000
UC - 82
H - 1350
Rio Grande
Castlerock
Apex 1000
Bandera
GS - 27
Tridoro
Peto 96
VF - 3202
Castleroyal
Tigri
Ohio 7870
Nemapeel
Lerica
Yuma

Peto 98
H - 1350
Tridoro
Castlerock
Hunter
Apex 1000
Rio Grande
UC - 82
Tivoli
Petogro
Red Stone
Castleroyal
Bandera
Earlypeel 1488
GS - 27
Ohio 7870
Lerica
Peto 96
Nemapeel
Yuma
Tigri
VF - 3202



Cuadro n° 4 . (a) Ensayos de dureza en los tres años.



Cuadro n° 4.- Ensayos de resistencia a la punción
en los tres años.

Bibliografía.

1. Dagnelie, P., 1984. Theorie et Methodes statistiques. Vol. 2. Ed. Le Press Agronomiques de Gembleux, Bélgica.
2. Pagalday, L. y R. Ruiz Altisent, 1983. Estructura - histológica de la piel del tomate en relación con su resistencia mecánica. Anales del INIA. Serie Tecnológica.
3. Rodríguez del Rincón, A. y M. Ruiz Altisent, 1979. Experiencias sobre el cultivo del tomate de industria 1978 Información Técnica del SEA, Región de Extremadura, n° 56.
4. Rodríguez del Rincón, A. y M. Ruiz Altisent, 1980. Ensayos de variedades de tomate de industria en Badajoz-1979. Información Técnica del SEA, Región de Extremadura- n° 60.
5. Ruiz Altisent, M., 1977. Propiedades físicas de variedades de tomate para recolección mecánica. Fundación - Juan March, Serie Universitaria n° 46.
6. Ruiz Altisent, M., J. Gil Sierra y A. Rodríguez del Rincón, 1983. Variedades de tomate para recolección mecánica: Ensayos de campo y de laboratorio. I Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Valencia 1983.
7. Ruiz Altisent, M., J. Ortiz-Cañavate, A. Rodríguez del Rincón, 1979. Resistencia de las variedades del tomate para industria en relación con su recolección mecánica. XI Conf. Internacional de Mecanización Agraria. FIMA. Zaragoza- (Comunicación pág. 33).